

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000230996  
PUBLICATION DATE : 22-08-00

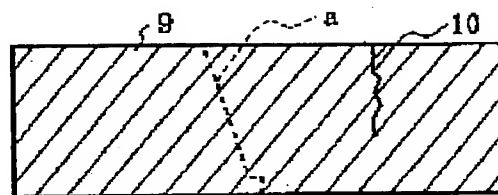
APPLICATION DATE : 10-02-99  
APPLICATION NUMBER : 11032188

APPLICANT : TOSHIBA CORP;

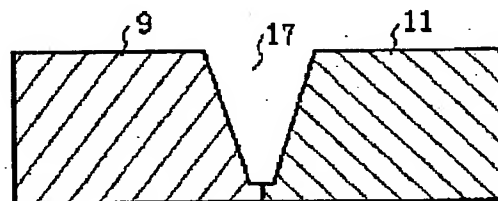
INVENTOR : TAKAHASHI HIDENORI;

INT.CL. : G21C 19/02

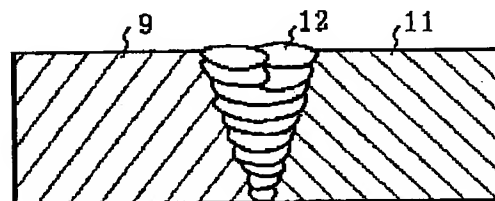
TITLE : REPAIR METHOD FOR NUCLEAR  
REACTOR STRUCTURE



( a )



( b )



( c )

**ABSTRACT :** PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a repair method by which a nuclear reactor structure irradiated with neutrons can be repaired and welded, by which the life of a nuclear reactor can be made longer and in by which the reliability of the nuclear reactor is enhanced, by melding the generation part or the like of a crack-shaped defect while the welding heat-input amount and a welding-metal cross section are controlled to be in specific ranges according to the content of helium in the nuclear reactor structure.

**SOLUTION:** When a crack-shaped defect 10 is generated in a member 9 for a nuclear reactor structure irradiated with neutrons, a region which contains the defect 10 [indicated by a dotted line (a)] is removed by a cutting operation or an electric discharge machining operation, a new member 11 is then attached, and a V-shaped groove 17 is formed. Then, a part between the member 9 irradiated with the neutrons and the new member 11 is welded by a butt welding operation. In this case, when the content of helium in the nuclear reactor structure is at 0 to 10 ppm, a welding heat-input amount per path of the butt welding operation is controlled to a range of 0.1 to 20 KJ/cm, and a welding-metal cross section is controlled to a range of 0.1 to 20 mm<sup>2</sup>. When the content of the helium is increased, a weld crack is generated easily. In order to suppress the weld crack, the welding heat-input amount and the welding-metal cross section are set to be smaller the more the content of the helium is.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-230996  
(P2000-230996A)

(43) 公開日 平成12年8月22日 (2000.8.22)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
G 2 1 C 19/02

識別記号

F I  
G 2 1 C 19/02

データベース (参考)

J

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-32188  
(22) 出願日 平成11年2月10日 (1999.2.10)

(71) 出願人 000003078  
株式会社東芝  
神奈川県川崎市幸区堀川町72番地  
(72) 発明者 川野 昌平  
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株  
式会社東芝横浜事業所内  
(72) 発明者 福谷 耕司  
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株  
式会社東芝横浜事業所内  
(74) 代理人 10008/332  
弁理士 猪股 祥晃 (外1名)

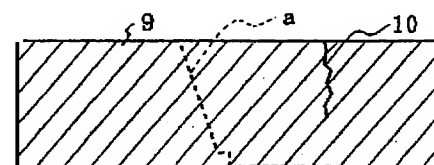
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 原子炉構造物の補修方法

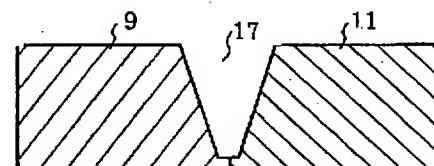
(57) 【要約】

【課題】 中性子照射を受けた原子炉構造物の補修溶接を行い、原子炉の長寿命化や予防保全に有効で、原子炉の信頼性を向上させる。

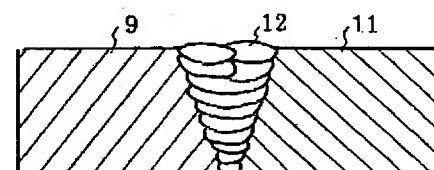
【解決手段】 中性子照射を受けてヘリウムを含有する原子炉構造物に対し、き裂状の欠陥の発生している部分または中性子照射により材質が劣化した部分を、原子炉構造物のヘリウム含有量に応じて溶接入力熱量および溶接金属断面積をそれぞれ特定の範囲に制御して溶接する。



(a)



(b)



(c)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ステンレス鋼、Ni基合金または低合金鋼からなり、中性子照射を受けてヘリウムを含有する原子炉構造物に対し、き裂状の欠陥の発生している部分または中性子照射により材質が劣化した部分を、原子炉構造物のヘリウム含有量に応じて溶接入熱量および溶接金属断面積をそれぞれ特定の範囲に制御して溶接することを特徴とする原子炉構造物の補修方法。

【請求項2】 前記原子炉構造物のヘリウム含有量が0～1atomoic ppm (appm) の場合は溶接入熱量を0.1～20kJ/cm、溶接金属断面積を0.1～20mm<sup>2</sup> の範囲に制御し、1～10appmの場合は溶接入熱量を0.1～7kJ/cm、溶接金属断面積を0.1～3mm<sup>2</sup> の範囲に制御し、10appm以上の場合は溶接入熱量を0.1～5kJ/cm、溶接金属断面積を0.1～1mm<sup>2</sup> の範囲に制御して溶接することを特徴とする請求項1記載の原子炉構造物の補修方法。

【請求項3】 ステンレス鋼、Ni基合金または低合金鋼からなり、中性子照射を受けてヘリウムを含有する原子炉構造物に対し、き裂状の欠陥の発生している部分または中性子照射により材質が劣化した部分を、原子炉構造物のヘリウム含有量に応じて溶接入熱量および溶接金属断面積、断面溶融線長さをそれぞれ特定の範囲に制御して溶接することを特徴とする原子炉構造物の補修方法。

【請求項4】 前記原子炉構造物のヘリウム含有量が0～1appmの場合は溶接入熱量を0.1～20kJ/cm、溶接金属断面積と断面溶融線長さの比を0.01～3mmの範囲に制御し、1～10appmの場合は溶接入熱量を0.1～7kJ/cm、溶接金属断面積と断面溶融線長さの比を0.01～0.6mmの範囲に制御し、10appm以上の場合は溶接入熱量を0.1～5kJ/cm、溶接金属断面積と断面溶融線長さの比を0.01～0.4mmの範囲に制御して溶接することを特徴とする請求項3記載の原子炉構造物の補修方法。

【請求項5】 ステンレス鋼、Ni基合金または低合金鋼からなり、中性子照射を受けてヘリウムを含有する原子炉構造物に対し、き裂状の欠陥の発生している部分または中性子照射により材質が劣化した部分を、原子炉構造物のヘリウム含有量に応じて溶接入熱量および溶融深さをそれぞれ特定の範囲に制御して溶接することを特徴とする原子炉構造物の補修方法。

【請求項6】 前記原子炉構造物のヘリウム含有量が0～1appmの場合は溶接入熱量を0.1～20kJ/cm、溶融深さを0.01～3.5mmの範囲に制御し、1～10appmの場合は溶接入熱量を0.1～7kJ/cm、溶融深さを0.01～1.8mmの範囲に制御し、10appm以上の場合は溶接入熱量を0.1～5kJ/cm、溶融深さを0.01～1.2mmの範囲に制御して溶接することを特徴とする請求項5記載の原子炉構造物の補修方法。

【請求項7】 前記き裂状の欠陥の発生している部分または中性子照射により材質が劣化した部分を含む領域を

切削または放電加工で除去した後、新たな部材を溶接により接合することを特徴とする請求項1、3または5記載の原子炉構造物の補修方法。

【請求項8】 前記き裂状の欠陥の発生している部分または中性子照射により材質が劣化した部分を含む領域を切削または放電加工で除去した後、肉盛溶接によって除去部を充填することを特徴とする請求項1、3または5記載の原子炉構造物の補修方法。

【請求項9】 前記き裂状の欠陥の発生している部分または中性子照射により材質が劣化した部分を含む領域に対して、溶融層を繰返しラップさせて、表面を溶融層で被覆することを特徴とする請求項1、3または5記載の原子炉構造物の補修方法。

【請求項10】 前記表面溶融処理の代わりに表面肉盛処理を施すことを特徴とする請求項9記載の原子炉構造物の補修方法。

【請求項11】 前記き裂状の欠陥の発生している部分をまたは中性子照射により材質が劣化した部分を含む領域に板材を被覆し、板材の縁部を溶接することを特徴とする請求項1、3または5記載の原子炉構造物の補修方法。

【請求項12】 前記溶接はレーザ、TIGアーク、MIGアーク、プラズマアーク、摩擦圧接、通電加熱のいずれかを熱エネルギー源とすることを特徴とする請求項1ないし11記載の原子炉構造物の補修方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、軽水冷却型原子炉等の原子炉構造物の健全性を確保する中性子照射を受けた原子炉構造物の補修方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】沸騰水型原子炉の構造を図8により概略的に説明する。すなわち、図8に示したように炉心1を内蔵する原子炉压力容器2の内部には炉心シュラウド3、炉心支持板4、上部格子板5、ジェットポンプ6等の炉内構造物が設置されている。

【0003】これらの炉内構造物のうち、炉心シュラウド3、炉心支持板4、上部格子板5およびジェットポンプ6等はほとんどがステンレス鋼により形成されており、一部ディフューザ7、シュラウドサポートプレート8等においてはNi基合金が使用されている。

【0004】また、原子炉压力容器2は低合金鋼により形成されており、原子炉压力容器2内面には、ステンレス鋼またはNi基合金がバタリング溶接されている。一部の軽水型の原子力発電所では、炉内構造物を形成するステンレス鋼として炭素含有量の多いオーステナイト系ステンレス鋼が使用されている。

【0005】原子炉の建設時において、炭素含有量の多いオーステナイト系ステンレス鋼を溶接した場合には、その熱影響部にクロム炭化物の粒界析出が生じて材料が

鋭敏化するため、材料中に高い引張応力が存在すると高温水中で応力腐食割れが生じる可能性がある。またNi基合金についてもステンレス鋼と同様の原理により応力腐食割れを生じ得ることが知られている。

【0006】一方、炉心シュラウド3、炉心支持板5、上部格子板6等の炉内構造物や原子炉压力容器2は原子力発電所の稼働中に中性子照射を受ける。このため構造物材料には、延性の低下や照射誘起応力腐食割れの感受性増加といった材質の劣化が生じる。また中性子照射により、構造物を形成するステンレス鋼やニッケル合金等の構成元素の核反応が生じ、ヘリウム等の気体成分が材料中にわずかに存在するようになる。

【0007】上述の材料中の気体成分は、例えばW.R. Kanne, Jr. et al.: Welding Journal, 67 (1988) p33. に掲載されているように、溶接時の割れの原因となることが近年明らかになってきた。この溶接時の割れの発生機構は、例えばH.T. Lin et al.: Metall Trans., 21A (1990) p2585. に掲載されているように、溶接時の加熱により核変換ヘリウムが溶融金属近傍の結晶粒界に気泡を形成し、粒界強度を低下させるために発生するものと考えられている。

【0008】したがって、原子力発電所の安全性や信頼性を向上させる目的で、中性子照射を受けた原子炉炉内構造物等を補修溶接する際には、材料中のヘリウムによる溶接割れの発生を回避する工法を適用する必要がある。

【0009】中性子照射を受けた原子炉炉内構造物の補修溶接方法としては、溶接入熱量の低減により、ヘリウム気泡の成長を抑制し、溶接割れを防止する概念が、W. R. Kanne, Jr. et al.: Welding Journal, 67 (1988) p33. 等に掲載されている。さらに、例えば、特開平6-289193号公報や特開平8-15481号公報、特開平8-29580号公報が従来例としてある。

【0010】特開平6-289193号公報は、 $0 \sim 5.0 \times 10^{27} \text{ n/m}^2$  の中性子照射を受けたき裂状欠陥の発生している構造物に対し、欠陥の発生している部分を含む領域に板材を被覆し、板材の縁部をスミ肉溶接する補修方法において、板材を被覆する前に構造物側を表面溶融処理し、その後に板材の縁部をスミ肉溶接する補修方法である。

【0011】特開平8-15481号公報は、 $0 \sim 5.0 \times 10^{27} \text{ n/m}^2$  の高エネルギー粒子線照射を受けたき裂状欠陥の発生している構造物に対し、き裂状欠陥の発生部分を含む領域を除去した後、除去部表面に対し、点溶接を連続あるいは断続的に施し、各点溶接部をハーフラップさせて形成した初層溶接部を形成させる補修方法である。

【0012】特開平8-29580号公報は、中性子照射を受けて劣化した金属材料を、溶接前に熱処理してヘリウム等の不活性ガスを金属材料から放出させ、その後補修

溶接を行う方法である。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、溶接入熱量のみの限定では、溶接部の形状や溶接方法の違いにより溶接部近傍の温度・応力履歴が異なり、粒界ヘリウムバブルの成長挙動も異なってくるため、溶接割れの発生を抑制できない。

【0014】一方、上述の特開平6-289193号公報の方法は、スミ肉溶接する前に構造物の溶接される領域を表面溶融処理する必要があるため、膨大な作業時間がかかるとともに、表面溶融処理を行うための施工装置が別途必要となる。

【0015】特開平8-15481号公報の方法は、除去部を肉盛溶接で充填する前に、除去表面全体を点溶接する必要があるため、特開平6-289193号公報と同様に膨大な作業時間がかかるとともに、点溶接を行うための施工装置が別途必要となる。

【0016】特開平8-29580号公報の場合、核変換により生成されたヘリウム等の不活性ガスは、金属中において格子欠陥や照射欠陥にトラップされて拡散速度が低下するため、加熱により材料から不活性ガスを放出させるには膨大な時間が必要であるとともに、加熱処理するための施工装置が別途必要となる。

【0017】本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、中性子照射を受けた原子炉構造物の補修溶接を行うことができ、原子炉の長寿命化や予防保全に有効で、しかも原子炉の信頼性が向上する原子力発電所の原子炉構造物の補修方法を提供することを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1の発明の補修方法は、ステンレス鋼、Ni基合金または低合金鋼からなり、中性子照射を受けてヘリウムを含有する原子炉構造物に対し、き裂状の欠陥の発生している部分または中性子照射により材質が劣化した部分を、原子炉構造物のヘリウム含有量に応じて溶接入熱量および溶接金属断面積をそれぞれ特定の範囲に制御して溶接することを特徴とする。

【0019】請求項2の発明の補修方法は、請求項1における記載において、原子炉構造物のヘリウム含有量が $0 \sim 1 \text{ appm}$ の場合は溶接入熱量を $0.1 \sim 20 \text{ kJ/cm}$ 、溶接金属断面積を $0.1 \sim 20 \text{ mm}^2$ の範囲に制御し、 $1 \sim 10 \text{ appm}$ の場合は溶接入熱量を $0.1 \sim 7 \text{ kJ/cm}$ 、溶接金属断面積を $0.1 \sim 3 \text{ mm}^2$ の範囲に制御し、 $10 \text{ appm}$ 以上の場合は溶接入熱量を $0.1 \sim 5 \text{ kJ/cm}$ 、溶接金属断面積を $0.1 \sim 1 \text{ mm}^2$ の範囲に制御して溶接することを特徴とする。

【0020】請求項3の発明の補修方法は、ステンレス鋼、Ni基合金または低合金鋼からなり、中性子照射を受けてヘリウムを含有する原子炉構造物に対し、き裂状の欠陥の発生している部分または中性子照射により材質が劣化した部分を、原子炉構造物のヘリウム含有量に応

じて溶接入熱量および溶接金属断面積、断面溶融線長さをそれぞれ特定の範囲に制御して溶接することを特徴とする。

【0021】請求項4の発明の補修方法は、請求項3における記載において、原子炉構造物のヘリウム含有量が0～1 appmの場合は溶接入熱量を0.1～20kJ/cm、溶接金属断面積と断面溶融線長さの比を0.01～0.6 mmの範囲に制御し、10appm以上の場合は溶接入熱量を0.1～5kJ/cm、溶接金属断面積と断面溶融線長さの比を0.01～0.4 mmの範囲に制御して溶接することを特徴とする。

【0022】請求項5の発明の補修方法は、ステンレス鋼、Ni基合金または低合金鋼からなり、中性子照射を受けてヘリウムを含有する原子炉構造物に対し、き裂状の欠陥の発生している部分または中性子照射により材質が劣化した部分を、原子炉構造物のヘリウム含有量に応じて溶接入熱量および溶融深さをそれぞれ特定の範囲に制御して溶接することを特徴とする。

【0023】請求項6の発明の補修方法は、請求項5における記載において、原子炉構造物のヘリウム含有量が0～1 appmの場合は溶接入熱量を0.1～20kJ/cm、溶融深さを0.01～3.5 mmの範囲に制御し、1～10appmの場合は溶接入熱量を0.1～7kJ/cm、溶融深さを0.01～1.8 mmの範囲に制御し、10appm以上の場合は溶接入熱量を0.1～5kJ/cm、溶融深さを0.01～1.2 mmの範囲に制御して溶接することを特徴とする。

【0024】請求項7の発明の補修方法は、請求項1, 3, 5に記載したいずれかの補修方法において、き裂状の欠陥の発生している部分または中性子照射により材質が劣化した部分を含む領域を切削または放電加工で除去した後、新たな部材を溶接により接合することを特徴とする。

【0025】請求項8の発明の補修方法は、請求項1, 3, 5に記載したいずれかの補修方法において、き裂状の欠陥の発生している部分または中性子照射により材質が劣化した部分を含む領域を切削または放電加工で除去した後、肉盛溶接によって除去部を充填することを特徴とする。

【0026】請求項9の発明の補修方法は、請求項1, 3, 5に記載したいずれかの補修方法において、き裂状の欠陥の発生している部分または中性子照射により材質が劣化した部分を含む領域に対して、溶融層を繰返しラップさせて、表面を溶融層で被覆することを特徴とする。

【0027】請求項10の発明の補修方法は、請求項9における記載において、表面溶融処理の代わりに表面肉盛処理を施すことを特徴とする。請求項11の発明の補修方法は、請求項1, 3または5に記載したいずれかの補修方法において、き裂状の欠陥の発生している部分をまた

は中性子照射により材質が劣化した部分を含む領域に板材を被覆し、板材の縁部を溶接することを特徴とする。

【0028】請求項12の発明の補修方法は、請求項1～11に記載したいずれかの補修方法において、レーザ、TIGアーク、MIGアーク、プラズマアーク、摩擦圧接、通電加熱のいずれかを熱エネルギー源とすることを特徴とする。

【0029】

【発明の実施の形態】図1(a)～(c)により、本発明に係る原子炉構造物の補修方法の第1の実施の形態を説明する。中性子照射を受けた原子炉構造物の部材9にき裂状の欠陥10が発生した場合(図1(a))、欠陥10を含む領域を点線aで示したように、切削または放電加工で除去した後、図1(b)に示したように新たな部材11を取り付けてV型開先17を形成する。

【0030】そして、図1(c)に示したように中性子照射を受けた部材9と新たな部材11との間を突合せ溶接により接合する。この場合、原子炉構造物の部材9のヘリウム含有量が0～1 appmの場合、突合せ溶接における1パスあたりの溶接入熱量を0.1～20kJ/cm、溶接金属断面積を0.1～20mm<sup>2</sup>の範囲に制御する。

【0031】また、ヘリウム含有量が1～10appmの場合、突合せ溶接における1パスあたりの溶接入熱量を0.1～7kJ/cm、溶接金属断面積を0.1～20mm<sup>2</sup>の範囲に制御し、ヘリウム含有量が10appm以上の場合、突合せ溶接における1パスあたりの溶接入熱量を0.1～5kJ/cm、溶接金属断面積を0.1～1mm<sup>2</sup>の範囲に制御する。

【0032】ここで、上記の溶接条件範囲の限定理由について説明すると、ヘリウム含有量に応じて条件範囲が異なる理由は、ヘリウム含有量の増加に伴い、溶接割れが容易に発生することから、溶接割れを抑制する目的でヘリウム含有量が多いほど溶接入熱量と溶接金属断面積を小さく設定した。

【0033】また、溶接入熱量と溶接金属断面積を同時に限定する理由は、溶接入熱量のみの限定では、溶接部の形状や溶接方法の違いにより溶接部近傍の温度・応力履歴が異なり、粒界ヘリウムバブルの成長挙動も異なってくるため、溶接割れの発生を抑制できないからである。

【0034】図2は、溶接条件範囲の限定理由を説明する図であり、ヘリウムを含有するステンレス鋼およびNi基合金を溶接試験した場合に溶接割れが発生する条件範囲を、溶接入熱量と溶接金属断面積で整理した図である。図2に記載される溶接試験データは、表1に記載した条件で試験を行った結果をまとめたものである。

【0035】

【表1】

供試材	中性子照射を受けたオーステナイト系ステンレス鋼およびNi基合金、He注入したオーステナイト系ステンレス鋼
供試材のヘリウム含有量	0.01~100appm
溶接方法	ビードオンプレート溶接、X開先継手溶接、表面溶融処理
溶接熱源	TIGアーク、MIGアーク及びレーザ
溶接入熱	0.1~20kJ/cm
溶接雰囲気	不活性ガス(Ar, N)
溶接割れの判定方法	PT検査及び断面金属組織観察

【0036】図3におけるヘリウム含有量が0~1 appmの場合は、溶接入熱量が0.1~20kJ/cm、溶接金属断面積が0.1~20mm<sup>2</sup>の範囲で溶接割れが発生せず、この溶接条件範囲で溶接が可能である。

【0037】また、ヘリウム含有量が1~10appmの場合は、溶接入熱量が0.1~7kJ/cm、溶接金属断面積が0.1~20mm<sup>2</sup>の範囲で溶接が可能であり、ヘリウム含有量が10appm以上の場合、溶接入熱量が0.1~5kJ/cm、溶接金属断面積が0.1~1mm<sup>2</sup>の範囲で溶接が可能である。

【0038】中性子照射を受けた原子炉構造物に含有するヘリウム量を調べる方法としては、例えば特願平8-263134号公報に記載されるように、原子炉構造物から採取された微小体積の試料に含まれるヘリウム量を気体量測定装置で測定する方法や、原子炉構造物が受けた中性子照射量、構造物の化学組成および核変換断面積からヘリウム含有量を計算する方法がある。

【0039】なお、上述の溶接条件範囲の限定は、溶接入熱量および溶接金属断面積を変数としているが、その他に、溶接入熱量および溶接金属断面積と断面溶融線長さの比を変数として溶接条件範囲を限定することも可能である。さらに、溶接入熱量および溶融深さを変数として溶接条件範囲を限定することも可能である。

【0040】図3は、ヘリウムを含有するステンレス鋼およびNi基合金を溶接試験した場合に、溶接割れが発生する条件範囲を、溶接入熱量および、溶接金属断面積と断面溶融線長さの比で整理した説明図である。

【0041】図3におけるヘリウム含有量が0~1 appmの場合は、溶接入熱量が0.1~20kJ/cm、溶接金属断面積と断面溶融線長さの比が0.01~3mmの範囲で溶接割れが発生せず、この溶接条件範囲で溶接が可能である。

【0042】また、ヘリウム含有量が1~10appmの場合は、溶接入熱量が0.1~7kJ/cm、溶接金属断面積と断面溶融線長さの比が0.01~0.6mmの範囲で溶接が可能であり、ヘリウム含有量が10appm以上の場合、溶接入熱量が0.1~5kJ/cm、溶接金属断面積と断面溶融線長さの比が0.01~0.4mmの範囲で溶接が可能である。

【0043】図4は、ヘリウムを含有するステンレス鋼およびNi基合金を溶接試験した場合に、溶接割れが発生する条件範囲を、溶接入熱量および溶融深さで整理した図である。

【0044】図4におけるヘリウム含有量が0~1 appm

の場合は、溶接入熱量が0.1~20kJ/cm、溶融深さが0.01~3.5mmの範囲で溶接割れが発生せず、この溶接条件範囲で溶接が可能である。また、ヘリウム含有量が1~10appmの場合は溶接入熱量が0.1~7kJ/cm、溶融深さが0.01~1.8mmの範囲で溶接が可能であり、ヘリウム含有量が10appm以上の場合、溶接入熱量が0.1~5kJ/cm、溶融深さが0.01~1.2mmの範囲で溶接が可能である。

【0045】つぎに図5(a)~(c)により本発明に係る原子炉構造物の補修方法の第2の実施の形態を説明する。図5(a)に示したように中性子照射を受けた原子炉構造物の部材9にき裂状の欠陥10が発生した場合、欠陥10を含む領域bを切削または放電加工で図5(b)に示したように除去してV字状除去部18を形成した後、図5(c)に示したように除去部18に肉盛溶接13により除去部18を充填する。溶接方法としては、1パスあたりの溶接入熱量と溶接金属断面積を図1と同様に制御するものである。

【0046】つぎに図6により本発明に係る原子炉構造物の補修方法の第3の実施の形態を説明する。中性子照射を受けたき裂状欠陥10を有する原子炉構造物の部材9に対して溶接入熱量と溶接金属断面積を制御した溶融層を繰り返しラップさせて欠陥10の表面を溶融層14で被覆する補修方法である。このとき溶融層を形成させる代わりに、例えば溶加棒を供給しながら部材9の表面を溶接し、肉盛溶接処理を行ってもよい。

【0047】図7により本発明に係る原子炉構造物の補修方法の第4の実施の形態を説明する。中性子照射を受けたき裂状欠陥10を有する原子炉構造物の部材9に対して欠陥10の発生している部分を含む領域に板材15を被覆し、板材15の縁部を溶接16して補修する。溶接方法としては、1パスあたりの溶接入熱量と溶接金属断面積を図1と同様に制御するものである。

【0048】これらの補修方法の熱エネルギー源として、レーザ、TIGアーク、MIGアーク、プラズマアーク、摩擦圧接、通電加熱が挙げられる。なお、本補修方法は、沸騰水型原子炉のみでなく加圧水型原子炉や液体金属冷却型原子炉にも適用可能である。

【0049】

【発明の効果】本発明によれば、材料中のヘリウム含有量に応じて溶接金属断面積等をそれぞれ特定の範囲に制御して溶接するので、溶接割れを回避することができ



る。よって、原子炉の長寿命化や予防保全に有効であり、原子炉の信頼性が向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は本発明に係る原子炉構造物の補修方法の第1の実施の形態を説明するための出発部材を示す縦断面図、(b)は欠陥部を削除して新たな部材を取り付けた状態を示す縦断面図、(c)は(b)の状態から突合せ溶接した状態を示す縦断面図。

【図2】本発明を説明するためのヘリウムを含有するステンレス鋼およびNi基合金を溶接した場合の溶接割れの発生しない条件範囲を、溶接入熱量と溶接金属断面積で整理して示す説明図。

【図3】同じく、ヘリウムを含有するステンレス鋼およびNi基合金を溶接した場合の溶接割れの発生しない条件範囲を、溶接入熱量および溶接金属断面積と溶融線長さとの比で整理して示す説明図。

【図4】同じくヘリウムを含有するステンレス鋼およびNi基合金を溶接した場合の溶接割れの発生しない条件範囲を溶接入熱量と溶融深さで整理して示す説明図。

【図5】(a)は本発明に係る原子炉構造物の補修方法の第2の実施の形態を説明する出発部材を示す縦断面図、(b)は(a)の状態から欠陥部を削除した状態を示す縦断面図、(c)は(b)の状態から肉盛溶接した状態を示す縦断面図。

【図6】本発明に係る原子炉構造物の補修方法の第3の実施の形態を説明するための縦断面図。

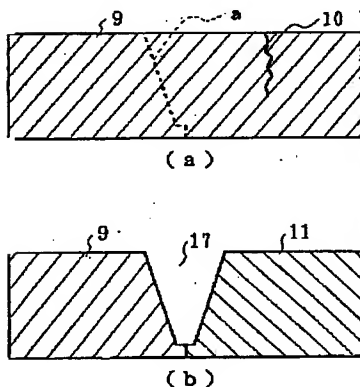
【図7】本発明に係る原子炉構造物の補修方法の第4の実施の形態を説明するための縦断面図。

【図8】従来例を説明するための沸騰水型原子炉を概略的に示す縦断面図。

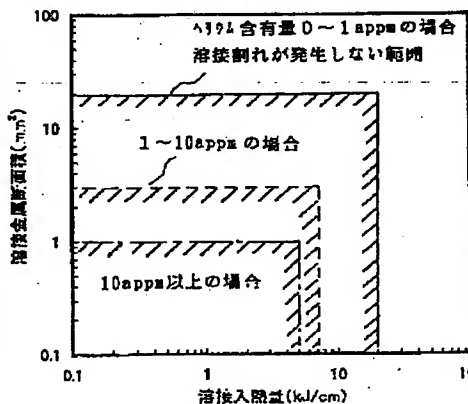
【符号の説明】

1…炉心、2…原子炉圧力容器、3…炉心シュラウド、4…炉心支持板、5…上部格子板、6…ジェットポンプ、7…ディフューザ、8…シュラウドサポートプレート、9…中性子照射を受けた原子炉構造物の部材、10…き裂状の欠陥、11…新たな部材、12…溶接金属、13…肉盛溶接、14…溶融層、15…板材、16…溶接、17…V型開先、18…除去部。

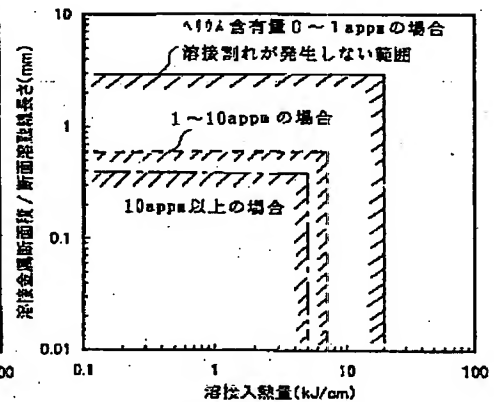
【図1】



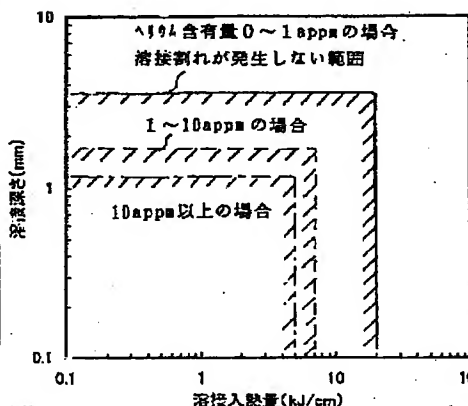
【図2】



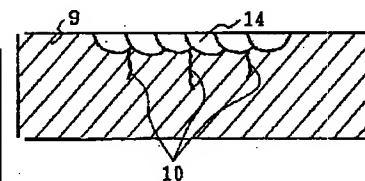
【図3】



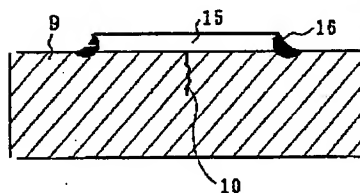
【図4】



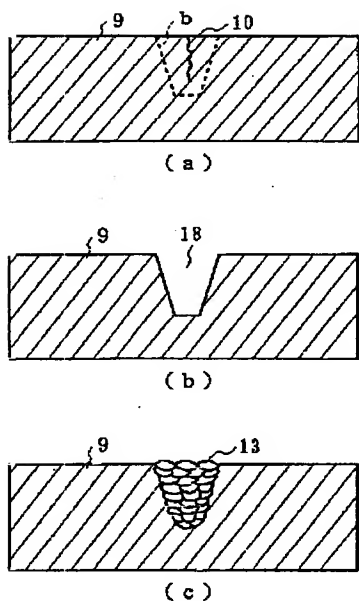
【図6】



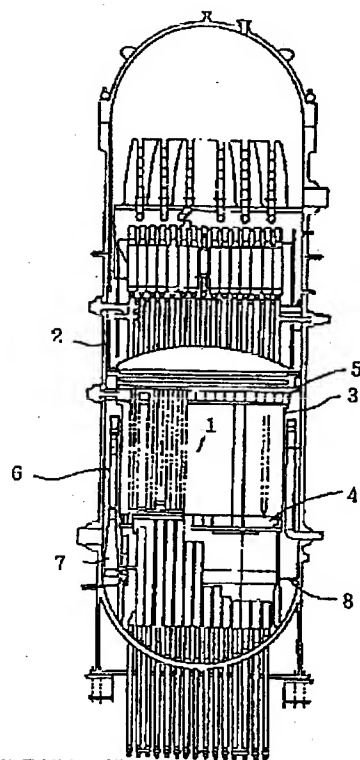
【図7】



【図5】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 小畑 稔  
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株  
式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 高橋 英則  
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株  
式会社東芝横浜事業所内